

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-292271

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

G01L 1/14
G01L 5/16
G06F 3/033

(21)Application number : 11-247476

(71)Applicant : NITTA IND CORP
WAKOO:KK

(22)Date of filing : 01.09.1999

(72)Inventor : MORIMOTO HIDEO
OKADA KAZUHIRO

(30)Priority

Priority number : 11025128

Priority date : 02.02.1999

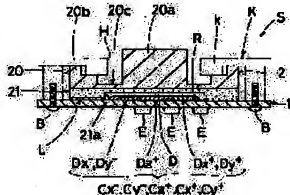
Priority country : JP

(54) CAPACITANCE-TYPE FORCE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a capacitance-type force sensor that has less troublesome assembly-operation, and waterproof and dustproof measures can be taken without increasing the number of parts.

SOLUTION: The force sensor is provided with a substrate 1 in which a group of fixed electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz+ are formed, and a movable electrode plate 2 that is formed integrally of whole elastic rubber, resin, or elastomer, and has a surface facing at least the group of the fixed electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz+ composed of conductive rubber or conductive resin. Also, a plurality of capacitance parts Cx+, Cx-, Cy+, Cy-, and Cz+ are composed of the group of fixed electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz+ and a movable electrode plate 2, and the capacitance of each of the variable capacitance parts Cx+, Cx-, Cy+, Cy-, and Cz+ changes corresponding to the magnitude and direction of force being applied to the movable electrode plate 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3380996

[Date of registration]

20.12.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-292271
(P2000-292271A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト ⁷ (参考)
G 0 1 L 1/14		G 0 1 L 1/14	A 2 F 0 5 1
5/16		5/16	5 B 0 8 7
G 0 6 F 3/033	3 3 0	G 0 6 F 3/033	3 3 0 A

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-247476
(22) 出願日 平成11年9月1日 (1999. 9. 1)
(31) 優先権主張番号 特願平11-25128
(32) 優先日 平成11年2月2日 (1999. 2. 2)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000111085
ニッタ株式会社
大阪市浪速区桜川4丁目4番28号
(71) 出願人 390013343
株式会社ワコー
埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地
(72) 発明者 森本 英夫
奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式
会社奈良工場内
(74) 代理人 106072213
弁理士 辻本 一義

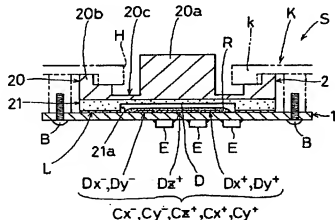
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量式力覚センサ

(57) 【要約】

【課題】 面倒な組み立て作業が少なく且つ部品点数を増やすことなく容易に防水及び防塵対策ができる静電容量式力覚センサを提供すること。

【解決手段】 固定電極 D_{x+} , D_{x-} , D_{y+} , D_{y-} , D_{z+} が形成された基板 1 と、全体が弾性を有するゴム、樹脂又はエラストマーにより一体成形され且つ少なくとも前記固定電極 D_{x+} , D_{x-} , D_{y+} , D_{y-} , D_{z+} と対向する面が導電性ゴム又は導電性樹脂により構成されている可動電極板 2 とを具備すると共に、前記固定電極 D_{x+} , D_{x-} , D_{y+} , D_{y-} , D_{z+} と可動電極板 2 から複数の可変静電容量部 C_{x+} , C_{x-} , C_{y+} , C_{y-} , C_{z+} を構成し、前記可動電極板 2 に加えた力の大きさと方向に対応して各可変静電容量部 C_{x+} , C_{x-} , C_{y+} , C_{y-} , C_{z+} の静電容量が変化するようにしてある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定電極群が形成された基板と、全体が弾性を有するゴム又は樹脂により一体成形され且つ少なくとも前記固定電極群と対向する面が導電性ゴム又は導電性樹脂により構成されている可動電極板とを具備すると共に、前記固定電極群と可動電極板とから複数の可変静電容量部を構成し、前記可動電極板に加えた力の大きさと方向に対応して各可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてあることを特徴とする静電容量式力覚センサ。

【請求項2】 固定電極群が形成された基板と、全体がエラストマーにより一体成形され且つ少なくとも前記固定電極群と対向する面が導電性エラストマーにより構成されている可動電極板とを具備すると共に、前記固定電極群と可動電極板とから複数の可変静電容量部を構成し、前記可動電極板に加えた力の大きさと方向に対応して各可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてあることを特徴とする静電容量式力覚センサ。

【請求項3】 可動電極板には、ゴム又は樹脂より成る凸状の操作部が一体成形されていることを特徴とする請求項1記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項4】 可動電極板には、エラストマーより成る凸状の操作部が一体成形されていることを特徴とする請求項2記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項5】 固定電極群は、180°間隔で電極が配置されたものであり、二つの可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したX軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出できるようにしてあることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項6】 固定電極群は、90°間隔で電極が配置されたものであり、一方の直線上で対向する可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したX軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出でき、他方の直線上で対向する可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したY軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出できるようにしてあることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項7】 90°間隔で配置された四つの電極で囲まれた基板部分に独立する電極を形成してあり、前記した独立する電極と可動電極板とにより構成される可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したZ軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出できるようにしてあることを特徴とする請求項6記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項8】 可動電極板には操作部を囲む態様で周凸部が形成されており、前記周凸部を取付部材に押圧する態様で可動電極板を取り付けたときには、周凸部の弾性復帰力により取付部材と可動電極板との間のシール性が確保されるようにしてあることを特徴とする請求項1乃至

至7のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項9】 基板と可動電極板とを金属フレームで包み込むと共に前記金属フレームの一部を折り曲げて可動電極板が基板及び金属フレームに対して圧接する態様で固定してあり、前記可動電極板の弾性復帰力によって生じるシール性により可変静電容量部に異物が外部から侵入しないようにしてあることを特徴とする請求項1又は2記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項10】 金属フレームが導電性を有するものであり、前記金属フレームを介して可動電極板を特定の電圧に保持するようにしてあることを特徴とする請求項9記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項11】 基板又は可動電極板の対向面のうち少なくともいずれか一方に、固定電極群と可動電極板との間の間隙があまり小さくならないようにする突起を設けてあることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項12】 90°間隔で配置された四つの電極で囲まれた基板部分に独立する接点用ランドを形成すると共に、前記接点用ランドと対向する可動電極板部分に電気接点となる突起を形成し、前記突起と接点用ランドとによりスイッチを構成させてあることを特徴とする請求項7記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項13】 操作部に空間部を設けてあることを特徴とする請求項3又は4記載の静電容量式力覚センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、静電容量式力覚センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の静電容量式力覚センサとしては、例えば図14に示す如く、固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-を有した基板90と、操作軸91aを有し且つ導電性を有した皿状の金属ダイアフラム91とをリベット92により一体化して成るものがある。この力覚センサでは、前記操作軸91aを傾倒させると金属ダイアフラム91が変形して、前記金属ダイアフラム91と固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-との間の静電容量が変化するようにになっている。

【0003】 しかしながら、従来の静電容量式力覚センサでは①②に示すような問題がある。

① 金属ダイアフラム91への操作軸91aとの結合（シメ止め等）や、金属ダイアフラム91と基板90とのリベット結合等の面倒な組み立て作業が必要であり、コスト高となってしまう。

② 金属ダイアフラム91と基板90との間に水等が侵入しやすく、用途によっては防水対策用のシール部材が別途必要になってしまう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、この発明で

3

は、面倒な組み立て作業が少なく且つ部品点数を増やすことなく容易に防水及び防塵対策ができる静電容量式力覚センサを提供することを課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】（請求項1記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、固定電極群が形成された基板と、全体が弾性を有するゴム又は樹脂により一体成形され且つ少なくとも前記固定電極群と対向する面が導電性ゴム又は導電性樹脂により構成されている可動電極板とを具備すると共に、前記固定電極群と可動電極板とから複数の可変静電容量部を構成し、前記可動電極板に加えた力の大きさと方向に対応して各可変静電容量部の静電容量が変化するようになっている。

（請求項2記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、固定電極群が形成された基板と、全体がエラストマーにより一体成形され且つ少なくとも前記固定電極群と対向する面が導電性エラストマーにより構成されている可動電極板とを具備すると共に、前記固定電極群と可動電極板とから複数の可変静電容量部を構成し、前記可動電極板に加えた力の大きさと方向に対応して各可変静電容量部の静電容量が変化するようになっている。

（請求項3記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1記載の発明に関して、可動電極板には、ゴム又は樹脂より成る凸状の操作部が一体成形されている。

（請求項4記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項2記載の発明に関して、可動電極板には、エラストマーより成る凸状の操作部が一体成形されている。

（請求項5記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1乃至4のいずれかに記載の発明に関して、固定電極群は、180°間隔で電極が配置されたものであり、二つの可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したX軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出できるようにしてある。

（請求項6記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1乃至4のいずれかに記載の発明に関して、固定電極群は、90°間隔で電極が配置されたものであり、一方の直線上で対向する可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したX軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出でき、他方の直線上で対向する可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したY軸方向の力の大きさと及び正負方向が検出できるようにしてある。

（請求項7記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項6記載の発明に関して、90°間隔で配置された四つの電極で囲まれた基板部分に独立する電極を形成してあり、前記した独立する電極と可動電極板とにより構成される可変静電容量部の静電容量の変化により操作部に作用したZ軸方向の力の大きさと及び正負方向が

検出できるようにしてある。

（請求項8記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1乃至7のいずれかに記載の発明に関して、可動電極板には操作部を囲む態様で周凸部が形成されており、前記周凸部を取付部材に押圧する態様で可動電極板を取り付けたときには、周凸部の弾性復力により取付部材と可動電極板との間のシール性が確保されるようになっている。

（請求項9記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1又は2記載の発明に関して、基板と可動電極板とを金属フレームで包み込むと共に前記金属フレームの一部を折り曲げて可動電極板が基板及び金属フレームに対して圧接する態様で固定してあり、前記可動電極板の弾性復力によって生じるシール性により可変静電容量部に異物が外部から侵入しないようにしてある。

（請求項10記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項9のいずれかに記載の発明に関して、金属フレームが導電性を有するものであり、前記金属フレームを介して可動電極板を特定の電圧に保持するようになっている。

（請求項11記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1乃至10のいずれかに記載の発明に関して、基板又は可動電極板の対向面のうち少なくともいずれか一方に、固定電極群と可動電極板との間の間隙があまり小さくならないようにする突起を設けてある。

（請求項12記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項7記載の発明に関して、90°間隔で配置された四つの電極で囲まれた基板部分に独立する接点用ランドを形成すると共に、前記接点用ランドと対向する可動電極板部分に電気接点となる突起を形成し、前記突起と接点用ランドとによりスイッチを構成させてある。

（請求項13記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、請求項3又は4記載の発明に関して、操作部に空間部を設けてある。

【0006】なお、上記発明の静電容量式力覚センサの機能については、以下の発明の実施の形態の欄で詳述する。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に従って説明する。

（実施形態1）図1は、この発明の実施形態1の静電容量式力覚センサSの断面図を示している。

【0008】この静電容量式力覚センサSは、基本的には図1に示すように、基板1と、前記基板1上に配置された可動電極板2とを具備するものであり、図1の二点鎖線に示される如くケーシングKの上壁LにビスBにより取り付けられるようにして形成されている。

【0009】基板1は、図1や図2に示すように、その上面に接点用ランドL_x及びレジスト膜Rで覆われた固定電極D_x、D_x、D_y、D_y、D_z、D_zが形成

されていると共に、下面に静電容量／電圧変換用の電子部品Eが配置されており、また、四隅には上記ビスBを押通すための貫通孔hを穿設してある。なお、固定電極D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_{z+}をレジスト膜Rで覆ってあるのは、後述する導電性ゴム層部21と直接接触するようなことがないようにするためである。

【0010】可動電極板2は、図1に示すように、全体が弾性ゴムにより一体成形されており、具体的には上側のシリコンゴム部20（樹脂で構成されたものでもよい）と下側の導電性ゴム部21（導電性樹脂で構成されたものでもよい）とから構成されている。この可動電極板2の材料は常温付近で大きなゴム弾性を示す高分子物質（エラストマー）であればよく、例えば、架橋した天然ゴムや合成ゴム、熱可塑性ウレタンゴム、スパンデックスやポリカーボネート弾性樹脂、スポンジゴムなどが採用できる。

【0011】前記シリコンゴム部20は、図1に示すように、その上面に短軸状の操作部20aを立設してあり、外周部には上記した上壁kとの圧接によりシール性を発揮する周凸部20bを設けておきと共に前記操作部20と周凸部20bとの間を真円状のダイヤフラム部20cとしてある。他方、導電性ゴム部21は、図1に示すように、その下面に上記固定電極D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_{z+}が入る程度の大きさの平面視円形状の凹み部21aを設けてある。

【0012】なお、上記可動電極板2は操作部20aに力を加えるとダイヤフラム部20cに応力が集中して変形する起歪体を形成しており、導電性ゴム部21の固定電極と対向する部分は、後述するように固定電極D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_{z+}との関係で可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}を構成する電極Dとして機能する。

【0013】ここで、この静電容量式力覚センサSは、図1に示すケーシングKへの取り付け状態では以下に示す機能が発揮されている。

①周凸部20bが上壁kからの押圧力により弾性変形して、導電性ゴム部21と接点用ランドLとが圧接状態となり、可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}への液体やゴミの侵入が阻止（シール性が発揮）され、他方、上壁kの下面と周凸部20bとが圧接状態となり、上壁kに形成された孔Hからの液体やゴミの侵入が阻止される。つまり、このセンサSの構成を採用した場合、板状シート部材を特別に設けなくとも各所のシール性が確保できる。

②上記した導電性ゴム部21と接点用ランドLとの接触により可動電極板2の導電性ゴム部21全体がGND電位となる。よって、接点用ランドLと固定電極D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_{z+}との間に電位差を設けることにより上記した可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}が発生させることができる。

③なお、このセンサSの構成を採用した場合、従来の技術の欄で記載したような面倒な組み立て作業がない。

【0014】この静電容量式力覚センサSは上記のような構成であるから、操作部20aを操作すると以下に示すように機能する。

【0015】先ず、図3に示すように、操作部20aにX軸方向の力F_x又はモーメントM_xを加えると、電極Dと固定電極D_{x+}との間のギャップが小さくなり、可変静電容量部C_{x+}の静電容量が大きくなる。他方、電極Dと固定電極D_{x-}との間のギャップは変化しないか又は大きくなり、可変静電容量部C_{x-}の静電容量は変化しないか又は小さくなる。このことは対称性によりY軸方向の力F_y又はモーメントM_yを加えた場合も固定電極D_{y+}、D_{y-}について同様のことが言える。つまり、XY平面では、加える力の大きさと方向に応じて電極Dを構成する導電性ゴム部21が変形し、それに対応して可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}の静電容量が変化する。なお、上記した操作部20aへの力又はモーメントが無くなると、元の状態に復帰する。

【0016】次に、図4に示すように、操作部20aにZ軸方向の力F_zを加えると、電極Dと固定電極D_{z+}との間のギャップが小さくなり、可変静電容量部C_{z+}の静電容量は大きくなる。また、電極Dと固定電極D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_{z+}との間のギャップは均等に小さくなり可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}の静電容量はほぼ等しく大きくなる。

【0017】以上のことから、可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}の静電容量は三次空間に加える力の大きさに対応して変換することが判った。したがって、図5に示すような回路を構成すれば、操作部20aに加える力の大きさと方向を、X、Y、Z軸方向の成分の電圧変化として検出することができる。なお、図5に示した回路にかえて図6に示した回路（Y及びZ軸の回路は省略している）を採用しても同様の効果を得ることができる。図6中、V_{x1}、V_{x2}は周期的に変化するものとする。

（実施形態2）図7は、この発明の実施形態2の静電容量式力覚センサSの断面図を示しており、図8は前記静電容量式力覚センサSの外観斜視図を示している。

【0018】この実施形態では単独での組み立てを考慮しており、静電容量式力覚センサSは、図7や図8に示すように、基板1と可動電極板2とを金属フレームF内に收容すると共に、前記金属フレームFにおける上壁f1と折曲片f2とにより基板1と可動電極板2とを覆覆した状態で挟保持したものである。したがって、上記実施形態1と同様にこの可変静電容量部C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_{z+}への液体やゴミの侵入が阻止（シール性が発揮）され、また、導電性ゴム部21と接点用ランドLとの接触により可動電極板2の導電性ゴム

部21全体がGND電位となっている。ここで、図7や図8に示した符号f3はハンダ付きリード端子であり、これを介して接点用ランドLと固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, Dz+との間に電位差が付与される。【0019】なお、上記可動電極板2は、操作部20aも含めて全体を導電性ゴムにより構成するようにしてもよい。

【0020】また、導電性ゴム部21をGND(グラウンド)電位にする手段として上記実施形態において接点用ランドLを設けることなく、図9に示す如く、導電性ゴム部21を金属フレームFと接触させ、前記金属フレームFのリード端子f3をGNDに接続するようにしてもよい。

(実施形態3) この実施形態3の静電容量式力覚センサSは、図10に示すように、基板1にレジスト膜Rで覆われた固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-のみを配設し、これら固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-で囲まれる部分(図1や図7でDz+が存在していた部分)と対向する導電性ゴム部21部分に突起21dを垂下させて構成してある。このセンサSでは前記突起21dの下端を基板1側に接触させてあり、突起21dがテコの支点の如く機能するようにしてある。したがって、この構造のセンサSをジョイスティックとして使用した場合、操作性が安定するという効果がある。

(実施形態4) この実施形態4の静電容量式力覚センサSは、図11に示すように、レジスト膜Rで覆われた固定電極Dx+, Dx-, Dy+, Dy-で囲まれた基板部分に独立する接点用ランドL1(レジスト膜R無し)を形成すると共に、前記接点用ランドL1と対向する導電性ゴム部21部分に電気接点となる突起21eを形成してあり、前記突起21eと接点用ランドL1とによりスイッチを構成させたものである。

(実施形態5) この実施形態4の静電容量式力覚センサSは、図12や図13に示すように、操作感を向上させるために操作部20aの内部に空間部t(中空)とすることができ。

(その他の実施形態) 上記実施形態1~5に示された静電容量式力覚センサSに関し、操作性を向上させるために操作部20aの先端を凸又は凹にしても良い。

【0021】手で操作する力以外の力を測定する場合、用途に合わせて操作部の形状を変更しても良い。例えば操作部の先端をベ어링等の取り付けが可能な形状にし、糸の張力を測定する用途にも供することができる。

【0022】

【発明の効果】この発明は上記構成を有するものであるから以下の効果を奏する。

【0023】発明の実施の形態段の欄の説明から明らか

なように、面倒な組み立て作業が少なく且つ部品点数を増やすことなく容易に防水及び防塵対策ができる静電容量式力覚センサを提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1の静電容量式力覚センサの組み立て断面図。

【図2】前記力覚センサの基板及び固定電極の平面図。

【図3】前記力覚センサの操作部にX軸方向の力又はモーメントが生じたときの断面図。

【図4】前記力覚センサの操作部にZ軸方向の力が生じたときの断面図。

【図5】前記力覚センサに採用される回路図。

【図6】前記力覚センサに採用される他の実施形態の回路図。

【図7】この発明の実施形態2の静電容量式力覚センサの断面図。

【図8】この発明の実施形態2の静電容量式力覚センサの外観斜視図。

【図9】前記発明の実施形態2の静電容量式力覚センサに関連する力覚センサの断面図。

【図10】この発明の実施形態3の静電容量式力覚センサの断面図。

【図11】この発明の実施形態4の静電容量式力覚センサの断面図。

【図12】この発明の実施形態5の静電容量式力覚センサの断面図。

【図13】この発明の実施形態5の静電容量式力覚センサに関連する力覚センサの断面図。

【図14】先行技術の静電容量式力覚センサの断面図。

【符号の説明】

S 静電容量式力覚センサ

D 可動電極板

Dx+ 固定電極

Dx- 固定電極

Dy+ 固定電極

Dy- 固定電極

Dz+ 固定電極

Cx+ 可変静電容量部

Cx- 可変静電容量部

Cy+ 可変静電容量部

Cy- 可変静電容量部

Cz+ 可変静電容量部

1 基板

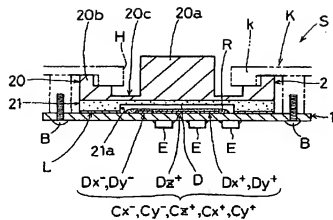
2 可動電極板

20 シリコンゴム部

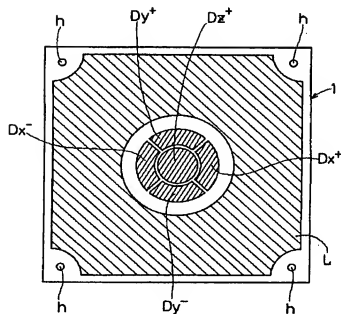
20a 操作部

21 導電性ゴム部

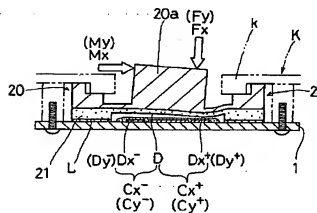
【図 1】



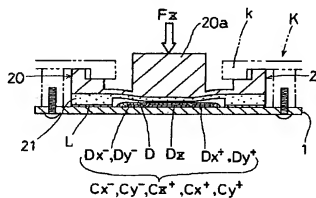
【図 2】



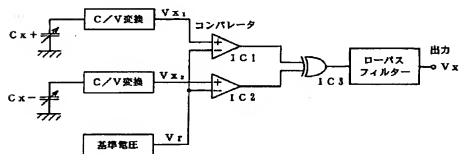
【図 3】



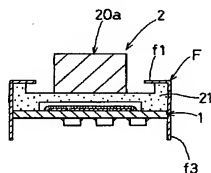
【図 4】



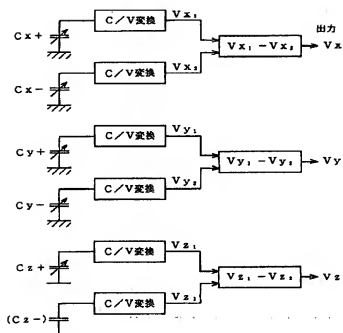
【図 6】



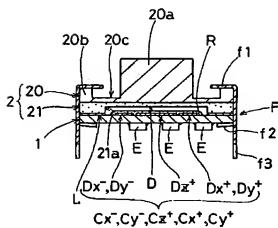
【図 9】



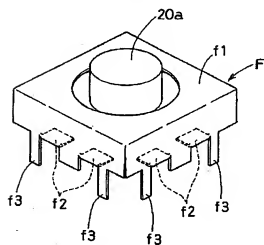
【図 5】



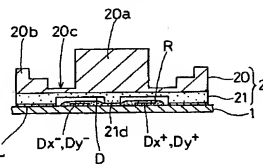
【図 7】



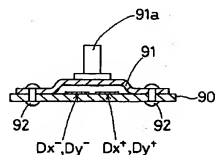
【図 8】



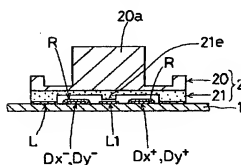
【図 10】



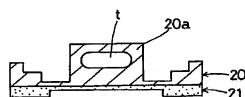
【図 14】



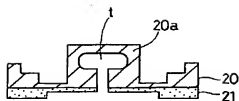
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 和廣

埼玉県大宮市桜木町 4-244-1 都築ビル 4 階

Fターム(参考) 2F051 AA10 AB06 AC01 DA03 DB02

5B087 AA00 AB12 AC15 BC12 BC13
BC19 BC21-BC22 BC34